

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202092777** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
2021.04.12

(51) Int. Cl. *A24F 47/00* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2019.06.14

(54) **ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ИСПАРЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СИГАРЕТЫ**

(31) 18179733.3

(72) Изобретатель:

(32) 2018.06.26

**Шмидлин Моритц, Лусо Дамир,  
Фарнц Роберто (СН)**

(33) EP

(86) PCT/EP2019/065698

(74) Представитель:

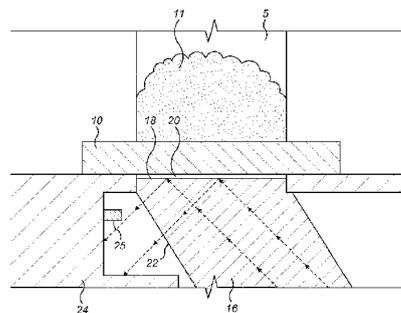
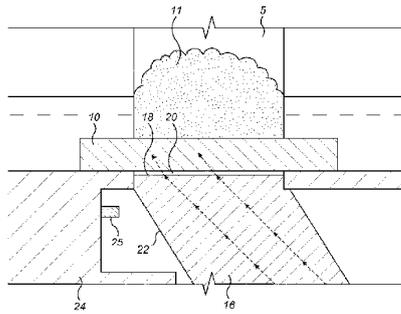
(87) WO 2020/002005 2020.01.02

**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,  
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

(71) Заявитель:

**ДжейТи ИНТЕРНЕСНЛ СА (СН)**

(57) Раскрыта электронная сигарета (2), содержащая лазер (14) и световод (16). Для хранения испаряемой жидкости (L) предусмотрен резервуар (8). Для поглощения света, излучаемого лазером (14), и для генерирования тепла предусмотрен поглотитель (10). На второй торцевой поверхности (18) световода предусмотрена оптическая граница раздела, для испаряемой жидкости предусмотрен путь для потока для ее протекания из резервуара (8) в направлении к оптической границе раздела на второй торцевой поверхности (18) и поглотителю (10). Оптическая граница раздела выборочно отражает или преломляет свет, излучаемый лазером (14), в результате чего свет, излучаемый лазером (14), направляется к поглотителю (10) при наличии жидкости на оптической границе раздела и свет, излучаемый лазером (14), отводится от поглотителя (10) при отсутствии жидкости на оптической границе раздела.



**A1**

**202092777**

**202092777**

**A1**

## **Оптическая система испарения для электронной сигареты**

Настоящее изобретение относится к системе и способу испарения жидкости в электронной сигарете с использованием источника света, такого как лазер.

Электронные сигареты становятся все более популярными потребительскими устройствами. Некоторые электронные сигареты оснащены резервуаром для жидкости, в котором хранится испаряемая жидкость. Из резервуара для жидкости к испарителю, который иногда называют распылителем, предусмотрен путь для потока. Часто распылитель оснащен фитилем или поглотителем, который может поглощать жидкость из резервуара, и нагревательной катушкой, которая может испарять жидкость, поступающую в поглотитель. Эти нагревательные катушки часто представляют собой электрически резистивную проволоку, намотанную вокруг поглотителя.

Другая методика испарения жидкости включает использование лазеров. Одна такая методика описана в документе WO 2017/182554. В этой компоновке лазерный излучатель испускает свет в световод, который направляет свет к мишени. Мишень в этом примере включает в себя ряд поглотителей, которые проходят в резервуар для жидкости.

В электронных сигаретах может возникнуть проблема, если мишень, которая поглощает излучение лазера, становится сухой. В этих обстоятельствах температура сухого поглотителя может выходить за пределы нормального рабочего диапазона, составляющего от 200°C до 400°C, и это может вызвать образование нежелательных летучих соединений. Эту проблему иногда называют сухим поглотителем или «горячим поглотителем».

Цель настоящего изобретения заключается в решении и преодолении этой проблемы.

Согласно аспекту настоящего изобретения предоставляется электронная сигарета, содержащая: испаряющий источник света; резервуар для хранения испаряемой жидкости; первый поглотитель, выполненный с возможностью генерирования тепла путем поглощения света от испаряющего источника света; и оптическую границу раздела, предусмотренную между первым поглотителем и испаряющим источником света, причем для испаряемой жидкости предусмотрен путь для потока для протекания из резервуара в направлении к оптической границе раздела и первому поглотителю; при этом оптическая граница раздела выборочно отражает или преломляет свет, излучаемый испаряющим источником света, в результате чего свет, излучаемый испаряющим источником света, направляется к первому поглотителю при наличии жидкости на оптической границе

раздела, и свет, излучаемый испаряющим источником света, отводится от первого поглотителя при отсутствии жидкости на оптической границе раздела.

Таким образом, испаряющий источник света можно использовать для испарения только при наличии испаряемой жидкости на оптической границе раздела. Путем конфигурирования пути для потока жидкости из резервуара к первому поглотителю таким образом, чтобы испаряющий свет принимался на оптическую границу раздела только когда жидкость также присутствует на оптической границе раздела, можно предотвратить нагрев испаряющим источником света сухого поглотителя и генерирование нежелательных паров, потому что в этих обстоятельствах свет отводится от первого поглотителя. С другой стороны, при наличии жидкости на оптической границе раздела свет от испаряющего источника света направляется к первому поглотителю, что может способствовать образованию пара в электронной сигарете. Путь для потока может быть выполнен таким образом, что жидкость в целом передается подходящим механизмом передачи жидкости из резервуара в направлении к оптической границе раздела через первый поглотитель света. Альтернативой является передача жидкости из резервуара для жидкости к первому поглотителю через оптическую границу раздела. Механизм передачи может представлять собой, например, капиллярный фитиль.

Первый поглотитель представляет собой поглотитель излучения, который выполнен с возможностью поглощения света из испаряющего источника света. В некоторых вариантах осуществления первый поглотитель также может быть выполнен с возможностью поглощения жидкости из резервуара или оптический поглотитель может быть встроен и распределен внутри поглотителя жидкости, такого как капиллярный фитиль. Поглотитель жидкости (например, капиллярный фитиль, выполненный, например, из волокнистого материала, такого как хлопок, стекловолокно и/или кевлар, или выполненный из неволокнистого пористого материала, такого как пористый керамический материал, например) не требуется во всех вариантах осуществления при условии, что жидкость из резервуара может подаваться в непосредственной близости от поглотителя излучения.

Предпочтительно свет, излучаемый испаряющим источником света, передается к первому поглотителю при наличии жидкости на оптической границе раздела, и свет, излучаемый испаряющим источником света, отражается в сторону от первого поглотителя при отсутствии жидкости на оптической границе раздела. Свет может передаваться к первому поглотителю за счет преломления на оптической границе раздела.

Электронная сигарета предпочтительно содержит световод, выполненный с возможностью приема света, излучаемого испаряющим источником света, и между первым поглотителем и световодом предпочтительно предусмотрена оптическая граница раздела. Таким образом, испаряющий источник света может быть расположен на некотором расстоянии от первого поглотителя. Световод может направлять свет от испаряющего источника света к первому поглотителю.

Световод может представлять собой сплошную призму (под которой подразумевается оптически прозрачная сплошная удлиненная конструкция по существу с равномерным поперечным сечением по меньшей мере на большей части ее длины, например стержень), и свет может распространяться внутри призмы. Световод может быть выполнен из стекла или какого-либо другого прозрачного материала. Световод может содержать отражающие поверхности, которые находятся внутри сплошной призмы. В качестве альтернативы, световод может содержать отражающие поверхности, в результате чего свет от испаряющего источника света может распространяться в свободном воздухе (или (частичном) вакууме) между отражающими поверхностями, по меньшей мере частично.

Оптическая граница раздела предпочтительно расположена на поверхности световода. Оптическая граница раздела может представлять собой границу раздела твердое тело-воздух или твердое тело-жидкость на внешней поверхности световода в зависимости от того, присутствует ли жидкость на границе раздела. Отражательная способность оптической границы раздела может зависеть от показателей преломления световода, испаряемой жидкости, воздуха и угла падения. Значения этих параметров выбирают таким образом, чтобы свет отражался при наличии границы раздела твердое тело-воздух и чтобы свет проходил или преломлялся в направлении первого поглотителя при наличии границы раздела твердое тело-жидкость.

Испаряющий источник света предпочтительно ориентирован так, чтобы его излучаемый свет образовывал угол падения на поверхность световода, которая выполняет функцию оптической границы раздела, а угол падения предпочтительно был больше критического угла для полного внутреннего отражения при отсутствии жидкости на оптической границе раздела.

Полностью внутренне отраженный свет от оптической границы раздела предпочтительно направлен ко второй поверхности световода, и угол падения на вторую поверхность предпочтительно меньше критического угла для полного внутреннего

отражения, в результате чего свет преломляется на второй поверхности и передается в сторону от световода.

Угол может быть меньше критического угла для полного внутреннего отражения при наличии жидкости на оптической границе раздела. Таким образом, условия полного внутреннего отражения зависят от наличия жидкости на оптической границе раздела. При наличии жидкости свет может преломляться и передаваться к первому поглотителю, в результате чего жидкость может эффективно испаряться, тогда как при отсутствии жидкости свет может отражаться в сторону от первого поглотителя для предотвращения возгорания сухого поглотителя.

В одной компоновке световод может иметь главную ось, которая расположена под углом к продольной оси электронной сигареты. Предпочтительно торцевая поверхность световода имеет нормальный вектор, параллельный продольной оси электронной сигареты. Другими словами, торцевая поверхность световода предпочтительно образует плоскость, перпендикулярную продольной оси электронной сигареты. Это означает, что световод предпочтительно является асимметричным внутри электронной сигареты в форме стержня, и эта асимметрия обеспечивается для создания условий для полного внутреннего отражения на торцевой поверхности, когда поглотитель сухой и на оптической границе раздела нет жидкости.

Между световодом и первым поглотителем может быть предусмотрен зазор, и путь для потока может обеспечить протекание испаряемой жидкости в зазор. Испаряемая жидкость может протекать в зазор под действием силы тяжести или капиллярных эффектов. Дополнительно или альтернативно может быть предусмотрен насос для продвижения потока жидкости в зазор.

Электронная сигарета может содержать второй поглотитель для приема света, отраженного в сторону от поглотителя на оптической границе раздела. Вторым поглотителем может выполняться функция поглотителя света, эффективно поглощая свет без образования нежелательных паров или продуктов. Вторым поглотителем может быть соединен с теплоотводом для обеспечения эффективного поглощения.

Для обнаружения наличия света, отводимого в сторону от оптической границы раздела, и для управления светом, излучаемым испаряющим источником света, может быть предусмотрен датчик. Таким образом, датчик может определять, отводится ли свет в сторону от оптической границы раздела из-за отсутствия жидкости. Это можно использовать для предотвращения излучения света испаряющим источником света или для прерывания подачи питания на испаряющий источник света. Датчик может

представлять собой оптический датчик. В качестве альтернативы, во втором поглотителе может быть предусмотрен тепловой датчик.

Между впускным отверстием для воздуха и мундштуком может быть предусмотрен канал для воздушного потока, и в канале для воздушного потока или смежно с ним может быть предусмотрен первый поглотитель, чтобы пользователь мог вдыхать испаренную жидкость. Испаряющий источник света предпочтительно предусмотрен в канале для воздушного потока или смежно с ним в положении между поглотителем и впускным отверстием для воздуха, чтобы воздушный поток мог нагреваться испаряющим источником света. Таким образом, воздушный поток может быть предварительно нагрет до того, как он попадет в испарительную камеру. Это может преимущественно снизить количество энергии, необходимое для испарения жидкости. Это может привести к более быстрому и эффективному испарению. Помимо этого, воздушный поток может охлаждать испаряющий источник света и может повторно использовать отработанное тепло, в результате чего при испарении требуется меньше энергии. За счет этого можно эффективно сэкономить ресурсы батареи электронной сигареты. Испаряющий источник света может быть соединен с теплоотводом, и в воздушном потоке или смежно с ним может быть предусмотрен либо испаряющий источник света, либо теплоотвод.

Испаряющий источник света предпочтительно представляет собой лазер. Лазер может предоставлять пучок света с определенной длиной волны, которая хорошо подходит для испарения жидкости. В другой компоновке испаряющий источник света может представлять собой светодиод. Преимущества использования светодиода вместо лазера заключаются в том, что они, как правило, дешевле и с меньшей вероятностью могут вызвать какие-либо травмы, если пользователь непреднамеренно подвергнется воздействию света, излучаемого светодиодом. Недостатком является то, что труднее обеспечить плотно коллимированный пучок и поэтому труднее обеспечить высокие плотности энергии на первом поглотителе, что может означать, что для получения аналогичного эффекта испарения необходимо подавать более высокую энергию на светодиод, что снижает энергоэффективность устройства в целом по сравнению со случаем, когда в качестве источника света используется лазер.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предоставлен способ эксплуатации электронной сигареты, включающий следующие этапы: хранение испаряемой жидкости в резервуаре; предоставление испаряющего источника света и оптической границы раздела между испаряющим источником света и первым поглотителем и предоставление пути для потока для жидкости в резервуаре к первому

поглотителю и оптической границе раздела; излучение света из испаряющего источника света в направлении к оптической границе раздела; и выборочное отражение или пропускание света, излучаемого испаряющим источником света, на оптической границе раздела, в результате чего свет, излучаемый испаряющим источником света, направляют к первому поглотителю при наличии на оптической границе раздела жидкости и свет, излучаемый испаряющим источником света, отводят от первого поглотителя при отсутствии на оптической границе раздела жидкости, причем первый поглотитель, поглощая свет от испаряющего источника света, генерирует тепло.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения предоставляется компонент для электронной сигареты, содержащий: корпус, имеющий нижнюю часть, выполненную с возможностью зацепления с устройством в виде электронной сигареты, резервуар для хранения испаряемой жидкости, проницаемый для жидкости поглотитель, выполненный с возможностью сообщения по текучей среде с резервуаром; и сквозной канал, проходящий от отверстия в корпусе к выпускному отверстию для пара, причем поглотитель расположен в сквозном канале таким образом, что воздух протекает через поглотитель или проходит мимо него от отверстия в корпусе к выпускному отверстию для пара.

В одном варианте осуществления поглотитель оснащен выступами, которые проходят во впускные отверстия резервуара для жидкости. Площадь поперечного сечения выступающей части может быть меньше, чем площадь поперечного сечения сквозного канала.

В одном варианте осуществления в корпусе может быть предусмотрен кольцеобразный фланец, в результате чего нижняя часть капсулы размещается на расстоянии от внутренней поверхности электронной сигареты. Это создает пространство для вмещения воздушного потока вокруг нижней части поглотителя.

Далее в качестве примера описаны варианты осуществления настоящего изобретения со ссылкой на графические материалы, на которых:

на фиг. 1 представлен схематический вид электронной сигареты в варианте осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 2a и 2b представлены схематические виды в поперечном разрезе, иллюстрирующие испарительную камеру в варианте осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 3 представлен вид в поперечном разрезе электронной сигареты в варианте осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 4 представлен вид в поперечном разрезе, показывающий детализированное изображение электронной сигареты, показанной на фиг. 3;

на фиг. 5 представлен вид в поперечном разрезе электронной сигареты в другом варианте осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 6 представлен вид в поперечном разрезе электронной сигареты в другом варианте осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 7 представлен вид в поперечном разрезе, показывающий детализированное изображение электронной сигареты, показанной на фиг. 6;

на фиг. 8 представлен вид в перспективе в поперечном разрезе, показывающий детализированное изображение электронной сигареты, показанной на фиг. 6;

на фиг. 9а представлен схематический вид системы нагрева для электронной сигареты с использованием светодиода;

на фиг. 9б представлен схематический вид системы нагрева для электронной сигареты с использованием светодиода другого типа;

на фиг. 10 представлен вид в поперечном разрезе электронной сигареты, показывающий систему нагрева, в которой используется светодиод;

на фиг. 11а представлен схематический вид системы нагрева для электронной сигареты с использованием светодиода;

на фиг. 11б представлен схематический вид системы нагрева для электронной сигареты с использованием светодиода другого типа; и

на фиг. 12 представлен схематический вид одноразового картриджа согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

В контексте данного документа термин «ингалятор» или «электронная сигарета» может включать электронную сигарету, выполненную с возможностью доставки аэрозоля пользователю, в том числе аэрозоля для курения. Аэрозоль для курения может относиться к аэрозолю с размерами частиц, составляющими 0,5–7 микрон. Размер частиц может быть менее 10 или 7 микрон. Электронная сигарета может быть портативной.

На фиг. 1 показан схематический вид электронной сигареты 2 в варианте осуществления настоящего изобретения. Электронная сигарета 2 может использоваться как замена традиционной сигареты, содержащей резаный табак. Электронная сигарета 2 может иметь удлиненную основную часть, которая содержит часть 4 источника питания или батареи, и часть 6 мундштука, содержащую резервуар 8 для хранения испаряемой жидкости L. Испаряемая жидкость может представлять собой пропиленгликоль или глицерин, который способен производить видимый пар. Испаряемая жидкость L может

дополнительно содержать другие вещества, такие как никотин и вкусоароматические вещества. Часть 6 мундштука имеет мундштук 7 с каналом 5 для пара и выпускным отверстием 9 для пара. Мундштук 7 может иметь форму с заостренным кончиком, чтобы соответствовать эргономике рта пользователя. Электронная сигарета дополнительно содержит впускное отверстие 44 для воздуха, сообщающееся по текучей среде с выпускным отверстием 9 для пара, в результате чего пользователь, делающий затяжку через выпускное отверстие 9, заставляет воздух протекать в устройство через впускное отверстие 44 для воздуха и через испарительную камеру 11 к выпускному отверстию 9. Резервуар может быть выполнен в виде заправляемого резервуара в форме «открытого контейнера», съемного картриджа или расходного компонента.

Как лучше всего видно на фиг. 3, электронная сигарета 2 содержит систему испарения, содержащую источник 14 света, световод 16 и поглотитель 10. Источник 14 света расположен в части 4 батареи электронной сигареты и выполнен с возможностью нагрева поглотителя 10 излучением. Поглотитель 10 расположен в испарительной камере 11 и сообщается по текучей среде с резервуаром для жидкости через по меньшей мере одно выпускное отверстие 13 для жидкости. Выпускное отверстие 13 для жидкости обеспечивает канал потока между резервуаром 8 и поглотителем 10, в результате чего испаряемая жидкость L может течь к поглотителю 10 за счет капиллярных эффектов. Для способствования протеканию испаряемой жидкости L к поглотителю 10 также может быть использована сила тяжести и/или может присутствовать насос (не показан).

Резервуар 8 для жидкости содержит канал 5 для пара, причем первый проксимальный конец представляет собой открытый конец, выполненный в виде выпускного отверстия 9 для пара. Поглотитель 10 расположен на втором, дистальном конце канала для пара, который сообщается по текучей среде с впускным отверстием 44 для воздуха, обеспечивая сквозной путь между впускным отверстием 44 для воздуха и выпускным отверстием 9 для воздуха. Поглотитель 10 по меньшей мере частично находится внутри канала 5 для пара. Испарительная камера 11 расположена вблизи поглотителя 10. Обычно испарительная камера 11 определяется как область внутри канала 5 для пара над частью поглотителя 10, в которой температура нагрева поглотителя 10 превышает температуру, при которой происходит испарение при подаче энергии света от источника 14 света, и в которой образуется пар в результате этого испарения. Типичная температура испарения составляет от 150 градусов Цельсия до 350 градусов Цельсия. В этой компоновке поглотитель 10 может выполнять две независимые функции. Во-первых, поглотитель 10 может поглощать или удерживать жидкость L из резервуара 8. Во-вторых,

поглотитель 10 может поглощать излучение, испускаемое лазером 14, в результате чего материал поглотителя 10 нагревается. Тепло может передаваться от поглотителя 10 к испаряемой жидкости L, в результате чего она испаряется.

Для использования в поглотителе 10 можно выбрать ряд материалов. Обычно материал поглотителя 10 выбирают как поглотитель излучения для лазерного излучения. Лазерное излучение может поглощаться лазерным излучением в поглотителе 10, и это может вызывать нагрев, в результате которого испаряемая жидкость испаряется. Испаряемая жидкость обычно оптически прозрачна. В одном примере поглотитель 10 может быть выполнен из пористого металла. Поглотитель 10 может быть выполнен из других светопоглощающих пористых материалов, таких как хлопок с интегрированным поглотителем, металлическая проволочная сетка, пористая керамика с интегрированным поглотителем или кевларовые волокна. В поглотитель 10 могут быть внедрены отверстия для воздуха для продвижения воздушного потока при насыщении поглотителя 10 жидкостью. Поглотитель 10, такой как металлическая сетка, может обладать светопоглощающими свойствами, но без или с ограниченными свойствами поглощения жидкости, и в этом случае предпочтительно использовать отдельный механизм (например отдельный фитиль), чтобы обеспечить наличие жидкости вблизи поглотителя 10 для обеспечения эффективного нагрева и, следовательно, испарения жидкого субстрата, образующего аэрозоль (т. е., испаряемой жидкости).

Электронная сигарета 2 дополнительно содержит источник 14 света в виде лазера 14 и световод 16. В качестве лазера 14 может быть предпочтительно предусмотрен лазерный диод, поскольку он может обеспечивать высокую оптическую энергию при компактных размерах. Типичные длины волн излучаемого света находятся в диапазоне от 785 нм до 1064 нм. Многомодовые лазеры предпочтительны, поскольку они могут обеспечивать более высокую выходную мощность и обычно доступны по более низкой цене. Однако также можно использовать одномодовые лазеры.

Лазер 14 получает электрическое питание от батарейного источника 4 питания и расположен так, чтобы излучать свет в направлении световода 16. Световод расположен между источником 14 света и поглотителем 10 и выполнен с возможностью распространения света внутри прозрачного световода 16 к поглотителю 10. Световод имеет первую торцевую поверхность 17 и вторую торцевую поверхность 18. Первая торцевая поверхность 17 функционально соединена с источником света, а вторая торцевая поверхность 18 функционально соединена с поглотителем 10.

Световод 16 выполнен из оптически прозрачного материала, такого как стекло или поликарбонат с показателем преломления приблизительно 1,5 и 1,581 соответственно. В варианте осуществления, показанном на фиг. 3, световод 16 имеет главную ось А, которая расположена под углом  $\alpha$  по отношению к продольной оси электронной сигареты 2. Следовательно, световод 16 асимметрично расположен внутри электронной сигареты 2. Лазер 14 направляет свет в световод 16, в результате чего свет распространяется внутри световода 16.

Резервуар для жидкости может быть выполнен в виде заправляемого резервуара. Однако, как показано на фиг. 12, резервуар 8 может содержаться в съемном картридже 60 или расходном компоненте. Картридж 60 содержит емкость 8 для жидкости, канал 5 для пара и поглотитель 10. Выпускные отверстия 13 для жидкости расположены в нижней части картриджа. Предпочтительно отверстия для жидкости находятся в контакте с поглотителем, в результате чего жидкость принудительно протекает через поглотитель 10. Поглотитель 10 расположен внутри канала 5 для пара. Канал 5 для пара выполнен в виде сквозного канала, проходящего от отверстия 44 в корпусе под поглотителем 10 до выпускного отверстия 9 для пара.

Поглотитель 10 выполнен с возможностью сообщения по текучей среде с резервуаром 8. В поглотителе 10 предусмотрены первая поверхность 3а, расположенная в канале 5 для пара, и вторая поверхность, предоставленная в качестве соединительной поверхности 3b световода 16. В поглотителе 10 также могут быть предусмотрены выступы 3с, которые проходят в выпускные отверстия 13 для жидкости резервуара 8 для жидкости. Поглотитель 10 позволяет испаряемой жидкости L вытекать из резервуара 8 и осаждаться на соединительной поверхности 3b.

Пользователь может втягивать воздух в устройство через впускное отверстие 44 для воздуха, вдыхая на мундштуке 7. Путь Р для воздушного потока может преимущественно проходить вблизи лазера 14 и в направлении испарительной камеры 12. Таким образом, лазер 14 может предварительно нагревать воздушный поток до того, как он достигнет поглотителя 10.

На фиг. 2а и 2b показан принцип работы световода 16 и поглотителя 10. На этих иллюстративных графических материалах на фиг. 2а изображена емкость для жидкости, заполненная жидкостью, тогда как на фиг. 2b изображена емкость для жидкости, когда она пуста. Таким образом, на фиг. 2а проиллюстрирована ситуация, когда жидкость присутствует в поглотителе 10, тогда как на фиг. 2b проиллюстрирована ситуация, когда жидкость отсутствует.

Над второй торцевой поверхностью 18 световода 16 предусмотрен поглотитель 10, и между второй торцевой поверхностью 18 световода 16 и поглотителем 10 предусмотрен зазор 20. Когда поглотитель 10 сухой, зазор 20 обычно заполнен воздухом. В этих обстоятельствах на второй торцевой поверхности 18 световода 16 присутствует оптическая граница раздела твердое тело-воздух, с которой сталкивается свет, распространяющийся внутри световода 16. Когда поглотитель 10 влажный, жидкость в поглотителе 10 может течь к зазору 20 и может задерживаться на второй торцевой поверхности 18 световода 16. В этих обстоятельствах на второй торцевой поверхности 18 световода 16 присутствует оптическая граница раздела твердое тело-жидкость, с которой сталкивается свет, распространяющийся внутри световода 16.

Отражательная способность второй торцевой поверхности 18 определяется согласно закону Снеллиуса. В частности, критический угол для полного внутреннего отражения  $\theta_c$  определяется по формуле:  $\theta_c = \arcsin(n_2/n_1)$ , где  $n_1$  – показатель преломления световода 16 и  $n_2$  – показатель преломления среды в зазоре 20, которая является воздухом или жидкостью в зависимости от того, влажный ли поглотитель 10. Геометрия лазера 14, световода 16 и поглотителя 10 является неизменной. Следовательно, угол падения  $\theta$  остается неизменным для света, распространяющегося внутри световода 16 по направлению ко второй торцевой поверхности 18. Однако критический угол  $\theta_c$  отличается при наличии и отсутствии жидкости. Это означает, что свет преломляется и передается к поглотителю 10 при наличии жидкости. И наоборот, свет полностью внутренне отражается от второй торцевой поверхности 18 при отсутствии жидкости. Это может предотвратить нагрев лазером 14 сухого поглотителя 10 и образование нежелательных соединений.

Свет, который отражается от второй торцевой поверхности 18, падает на боковую поверхность 22 световода 16. На границе раздела твердое тело-воздух предусмотрен зазор 20 на боковой поверхности 22, а угол падения света, распространяющегося от второй торцевой поверхности 18, меньше критического угла  $\theta_c$ . Следовательно, свет преломляется на боковой поверхности 22 и передается в сторону поглотителя 24 пучка. Поглотитель 24 пучка представляет собой поглотитель излучения, который может поглощать лазерное излучение без образования каких-либо нежелательных летучих веществ.

Поглотитель 24 пучка может содержать датчик 25, такой как тепловой датчик или оптический датчик. Датчик может прямо или косвенно обнаруживать присутствие лазерного излучения, принимаемого в поглотителе 24 пучка, и может передавать

электрические сигналы обратной связи на лазер 14. Таким образом, лазер 14 можно выключить, когда свет попадает на поглотитель 24 пучка. Это может свести к минимуму потери энергии, вызванные работой лазера 14, которая не приводит к испарению испаряемой жидкости L.

Показатель преломления световода 16 предпочтительно равен показателю преломления стекла или аналогичен показателю преломления стекла, и в этом случае  $n_1 \sim 1,5$  в зависимости от конкретного материала. В одной компоновке световод 16 может быть выполнен из прозрачного пластика, показатель преломления которого должен находиться в аналогичном диапазоне. Показатель преломления испаряемой жидкости также составляет приблизительно 1,5 в зависимости от используемых соединений. Показателем преломления  $n = 1,44$  обладает пропиленгликоль, а  $n = 1,47$  – глицерин. Если используется смесь этих соединений, то показатель преломления испаряемой жидкости может составлять от 1,44 до 1,47. Показатель преломления пустого пространства равен 1, а показатель преломления воздуха немного выше, чем при комнатной температуре и давлении.

Световод 16 выполнен таким образом, что свет, излучаемый источником 14 света, преломляется внутри световода 16 и достигает поглотителя 10 под требуемым углом падения. На фиг. 3–8 показаны разные варианты осуществления источника 14 света и световода 16, которые обеспечивают требуемый угол падения.

В варианте осуществления, показанном на фиг. 3, лазер 14 расположен со смещением по отношению к продольной оси A электронной сигареты 2. Лазер 14 излучает свет в направлении, параллельном оси поворота электронной сигареты 2. Предпочтительный источник 14 света представляет собой лазерный диод, и он может демонстрировать значительную расходимость пучка на выходной поверхности лазерного элемента. Типичная расходимость составляет  $25^\circ$  по оси наибольшей скорости распространения света и  $8^\circ$  по оси наименьшей скорости распространения света. Разницу в этих значениях угловой расходимости обеспечивает эллиптический профиль пучка. Линза 26 расположена между лазером 14 и световодом 16 с целью собирать и коллимировать выходной пучок света из лазера 14. В качестве альтернативы, линза 26 может быть выполнена за одно целое со световодом 16 или скреплена со световодом 16. В этом примере линза 26 коллимирует свет только вдоль оси наибольшей скорости распространения света лазера 14, так как при этом происходит большая расходимость пучка.

Световод 16 в этом варианте осуществления имеет продольное сечение в форме ромба или параллелограмма, в результате чего он имеет первую торцевую поверхность 17, соединенную с источником 14 света, и вторую торцевую поверхность, соединенную с поглотителем 10. Следовательно, световод 16 выполнен с возможностью пропускания света от источника 14 света к поглотителю 10. Лазерное излучение принимается у основания световода 16 и подвергается полному внутреннему отражению от первой поверхности 21 световода 16. Затем свет распространяется в направлении ко второй торцевой поверхности 18, где он либо отражается, либо преломляется в зависимости от того, присутствует ли в зазоре 20 испаряемая жидкость. Отраженный свет распространяется внутри световода 16 ко второй поверхности 22. Угол падения на вторую поверхность 22 больше критического угла  $\theta_c$  на этой границе раздела стекло-воздух. Следовательно, свет преломляется от световода 16 и распространяется в свободном воздухе в направлении поглотителя 24 пучка. Первая и вторая поверхности 21, 22 световода 16 являются плоскими. В этом варианте осуществления световод 16 представляет собой призму в форме параллелепипеда.

На фиг. 5 показана другая возможная форма световода 16. Как указывалось ранее, функция световода 16 заключается в преломлении и передаче света под углом падения к поглотителю 10. В варианте осуществления, показанном на фиг. 5, световод 16 имеет сложную геометрическую форму. В этом примере лазер 14 ориентирован таким образом, что он излучает свет в направлении, перпендикулярном продольной оси электронной сигареты 2. Геометрическая форма световода 16 выполнена с возможностью перенаправления перпендикулярного пучка света, чтобы он достигал поглотителя 10 под требуемым углом падения. Световод 16 имеет в целом треугольную форму с целью направления света к поглотителю 10. В этом примере отдельная собирающая линза отсутствует, но поверхность 28 световода 16, обращенная к лазеру 14, изогнута с целью выполнения функции цилиндрической линзы и предоставления оптической силы вдоль оси наибольшей скорости распространения излучения лазера 14. Свет, полученный от лазера 14, направляется в световод 16 и полностью внутренне отражается от первой поверхности 21. Затем полностью внутренне отраженный свет распространяется внутри световода 16 по направлению ко второй торцевой поверхности 18. При наличии жидкости в зазоре 20 свет преломляется на второй торцевой поверхности 18 таким образом, что он распространяется в направлении к поглотителю 10. Отраженный свет распространяется внутри световода 16 к первой поверхности 21. При отсутствии жидкости в зазоре 20 свет отражается от второй торцевой поверхности 18. Этот отраженный свет принимается

первой поверхностью 21 под другим углом падения, в результате чего он преломляется и выходит из световода в сторону поглотителя 24 пучка.

На фиг. 6–8 показаны виды в поперечном разрезе электронной сигареты 2 в другом варианте осуществления настоящего изобретения. В этом примере лазер 14 также ориентирован в направлении, перпендикулярном оси поворота электронной сигареты 2. Световод 16 имеет форму, которая позволяет ему направлять свет от лазера 14 к поглотителю 10. Для коллимирования выходного пучка лазера 14 предусмотрена линза 26. Свет полностью внутренне отражается дважды в световоде 16 от первой поверхности 40 и второй поверхности 42, прежде чем он будет принят второй торцевой поверхностью 18. Как показано на фиг. 6–8, линза может быть отдельным от световода 16 компонентом. В качестве альтернативы, линза 26 может быть выполнена за одно целое со световодом 16 так, чтобы образовывать неразъемный компонент. Свет отражается от второй торцевой поверхности 18 в отсутствие жидкости из резервуара 8, в результате чего он преломляется от световода 16 в сторону первого поглотителя 24а пучка. Свет преломляется от световода 16 при наличии жидкости на второй торцевой поверхности 18 таким образом, что свет распространяется в направлении к поглотителю 10 для испарения жидкости, вмещенной в него.

Второй поглотитель 24b пучка предусмотрен в положении, которое могло бы непосредственно принимать свет от лазера 14 в отсутствие световода 16. Таким образом, если бы световод 16 был удален, любой свет, излучаемый лазером 14, был бы безопасно поглощен вторым поглотителем 24b пучка.

Лазер 14 соединен с теплоотводом 23 с целью предотвращения его перегрева. В дополнение к этому предусмотрены впускные отверстия 44 для воздуха для испаряющегося воздушного потока, и воздушный поток направляется мимо лазера 14 и/или теплоотвода 23. Таким образом, для охлаждения лазера 14 можно использовать воздух из окружающей среды. Кроме того, лазер 14 может нагревать воздух, который втягивается в устройство. Это снижает количество энергии, которое требуется для испарения испаряемой жидкости лазером. Это дополнительно снижает энергию, необходимую для работы лазера 14, за счет чего также снижается его теплопроизводительность. Теплоотвод 23 также соединен с поглотителями 24а, 24b пучка. Было обнаружено, что алюминиевый теплоотвод 23 может иметь массу приблизительно 0,015 кг. В некоторых вариантах осуществления круглый теплоотвод 23 может иметь диаметр 20 мм, высоту 35 мм и коэффициент заполнения приблизительно 50% (то есть приблизительно 50% объема теплоотвода заполнено воздухом).

На фиг. 9–10 показаны еще одни иллюстративные варианты осуществления настоящего изобретения, в которых вместо лазера используется источник света в виде светодиода. Известны светодиоды высокой мощности в ближнем инфракрасном (850 нм) и ультрафиолетовом (405 нм) диапазонах. Светодиоды обычно требуют добавления оптических компонентов для формирования пучка, чтобы справиться с их широкими углами излучения по сравнению с лазерами. В одной компоновке, как показано на фиг. 9а, светодиод 46 со встроенной линзой размещен в непосредственной близости от поглотителя 10. С целью защиты светодиода от загрязнения между светодиодной сборкой 46 и поглотителем 10 расположено защитное окно 48. На фиг. 9b показана другая возможная конфигурация, в которой в светодиоде 46 не предусмотрена линза. В этих вариантах осуществления между поглотителем 10 и окном 48 может быть предусмотрен зазор (не показан), а также может быть предусмотрен путь для потока для испаряемой жидкости для ее протекания в зазор. Светодиод 46 может быть предусмотрен в таком положении относительно линзы, чтобы свет проходил с образованием угла на оптической границе раздела между окном 48 и зазором. Это может обеспечить возможность избирательного преломления или отражения в зависимости от того, присутствует ли жидкость в зазоре.

В компоновке, показанной на фиг. 10, светодиод 46 со встроенной линзой оснащен сужающимся световодом 46. Он может эффективно собирать лучи от светодиода 46 с крутым углом. Вход в волновод 16 немного больше светоизлучающего кристалла, и вторая торцевая поверхность 18 соответствует размеру поглотителя 10. Волновод может быть покрыт поглощающим покрытием на второй торцевой поверхности 18. Сужение волновода 16 приводит к тому, что его угол приема больше, чем для прямого волновода. Это является целесообразным, поскольку светодиод 46 имеет большой угловой профиль излучения. При постоянной входной и выходной поверхности длина волновода 16 влияет на угол сужения, поэтому очень длинный волновод ведет себя почти как прямой волновод, тогда как короткий волновод может эффективно захватывать лучи с большим углом вследствие большего сужения. Как указано выше, светодиод 46 может быть предусмотрен в таком положении, чтобы свет проходил с образованием угла к оптической границе раздела на второй торцевой поверхности 18. Это может обеспечить возможность избирательного преломления или отражения в зависимости от того, присутствует ли жидкость на второй торцевой поверхности 18. В компоновке, показанной на фиг. 10, волновод 16 расположен под углом к плоскости страницы. Таким образом, свет,

излучаемый светодиодом 46, улавливается волноводом 16 и образует угол на второй торцевой поверхности 18 волновода 16.

В еще одной компоновке, как показано на фиг. 11a и 11b, светодиод 46 может быть оснащен системой параболических отражателей, в которой для эффективного сбора всех лучей от светодиода используется параболическая поверхность. Такая система может быть реализована с геометрическими свойствами отражателя, когда отражатель представляет собой подложку 50 с зеркальным покрытием, а свет распространяется в свободном воздухе. Как показано на фиг. 11B, световод 52 может представлять собой световод параболической формы с полным внутренним отражением. Отражатели с такими геометрическими свойствами обладают высокой эффективностью сбора. В примере, показанном на фиг. 11B, вторая торцевая поверхность 18 световода 52 выполняет функцию оптической границы раздела между световодом 52 и поглотителем 10. Светодиод 46 может быть предусмотрен в положении, при котором свет проходит с образованием угла к оптической границе раздела на второй торцевой поверхности 18. Это может обеспечить возможность избирательного преломления или отражения в зависимости от того, присутствует ли жидкость на второй торцевой поверхности 18. В примере, показанном на фиг. 11a, между отражателем 50 и поглотителем 10 может быть предусмотрен прозрачный объект для обеспечения избирательного отражения или преломления в зависимости от наличия жидкости.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Электронная сигарета, содержащая:
  - испаряющий источник света;
  - резервуар для хранения испаряемой жидкости;
  - первый поглотитель, выполненный с возможностью генерирования тепла путем поглощения света от испаряющего источника света; и
  - оптическую границу раздела, предусмотренную между первым поглотителем и испаряющим источником света, причем для испаряемой жидкости предусмотрен путь для потока для протекания из резервуара в направлении к оптической границе раздела и первому поглотителю;
  - при этом оптическая граница раздела выборочно отражает или преломляет свет, излучаемый испаряющим источником света, в результате чего свет, излучаемый испаряющим источником света, направляется к первому поглотителю при наличии жидкости на оптической границе раздела и свет, излучаемый испаряющим источником света, отводится от первого поглотителя при отсутствии жидкости на оптической границе раздела.
2. Электронная сигарета по п. 1, отличающаяся тем, что свет, излучаемый испаряющим источником света, преломляется к первому поглотителю при наличии жидкости на оптической границе раздела и свет, излучаемый испаряющим источником света, отражается в сторону от первого поглотителя при отсутствии жидкости на оптической границе раздела.
3. Электронная сигарета по п. 1 или п. 2, отличающаяся тем, что дополнительно содержит световод, который предусмотрен между испаряющим источником света и первым поглотителем, причем световод выполнен с возможностью приема света, излучаемого испаряющим источником света, и передачи света в направлении к оптической границе раздела, которая предусмотрена между первым поглотителем и световодом.
4. Электронная сигарета по п. 3, отличающаяся тем, что оптическая граница раздела расположена на поверхности световода.

5. Электронная сигарета по п. 4, отличающаяся тем, что испаряющий источник света ориентирован таким образом, что излучаемый им свет образует угол падения на поверхность световода, которая выполняет функцию оптической границы раздела, и при этом угол падения больше критического угла для полного внутреннего отражения при отсутствии жидкости на оптической границе раздела.

6. Электронная сигарета по п. 5, отличающаяся тем, что световод ориентирован таким образом, что свет от испаряющего источника света отражается световодом и направляется к оптической границе раздела под углом падения.

7. Электронная сигарета по п. 5 или п. 6, отличающаяся тем, что полностью отраженный внутрь свет от оптической границы раздела направлен ко второй поверхности световода, и при этом угол падения на вторую поверхность меньше критического угла для полного внутреннего отражения, в результате чего свет преломляется на второй поверхности в сторону от световода.

8. Электронная сигарета по п. 5, отличающаяся тем, что этот угол меньше критического угла для полного внутреннего отражения при наличии жидкости на оптической границе раздела.

9. Электронная сигарета по любому из пп. 3–8, отличающаяся тем, что между световодом и первым поглотителем на оптической границе раздела предусмотрен зазор, и при этом путь для потока может обеспечить возможность протекания испаряемой жидкости в зазор.

10. Электронная сигарета по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что содержит второй поглотитель для приема света, отраженного на оптической границе раздела в сторону от фитиля.

11. Электронные сигареты по любому из предыдущих пунктов, отличающиеся тем, что дополнительно содержат датчик для обнаружения присутствия света, отводимого от оптической границы раздела, и для обеспечения сигнала управления обратной связи для испаряющего источника света.

12. Электронная сигарета по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что содержит канал для воздушного потока, предусмотренный между впускным отверстием для воздуха и мундштуком, причем в канале для воздушного потока или смежно с ним предусмотрен первый поглотитель, в результате чего испаренная жидкость может подаваться в воздушный поток, проходящий через канал для воздушного потока, и вдыхаться пользователем, и при этом в канале для воздушного потока или смежно с ним в положении между первым поглотителем и впускным отверстием для воздуха предусмотрен испаряющий источник света, в результате чего воздушный поток может нагреваться испаряющим источником света.

13. Электронная сигарета по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что испаряющий источник света представляет собой лазер.

14. Способ эксплуатации электронной сигареты, включающий следующие этапы:

хранение испаряемой жидкости в резервуаре;

предоставление испаряющего источника света и оптической границы раздела между испаряющим источником света и первым поглотителем;

предоставление пути для потока жидкости в резервуаре к поглотителю и оптической границе раздела;

излучение света от испаряющего источника света в направлении к оптической границе раздела; и

выборочное отражение или преломление света, излучаемого испаряющим источником света, на оптической границе раздела, в результате чего свет, излучаемый испаряющим источником света, направляют к первому поглотителю при наличии жидкости на оптической границе раздела и свет, излучаемый испаряющим источником света, отводят от первого поглотителя при отсутствии жидкости на оптической границе раздела, причем первый поглотитель генерирует тепло, которое может испарять испаряемую жидкость, поглощая свет от испаряющего источника света.

15. Расходный компонент для электронной сигареты, содержащий:

корпус, имеющий нижнюю часть, выполненную с возможностью зацепления с устройством в виде электронной сигареты,

резервуар для хранения испаряемой жидкости,

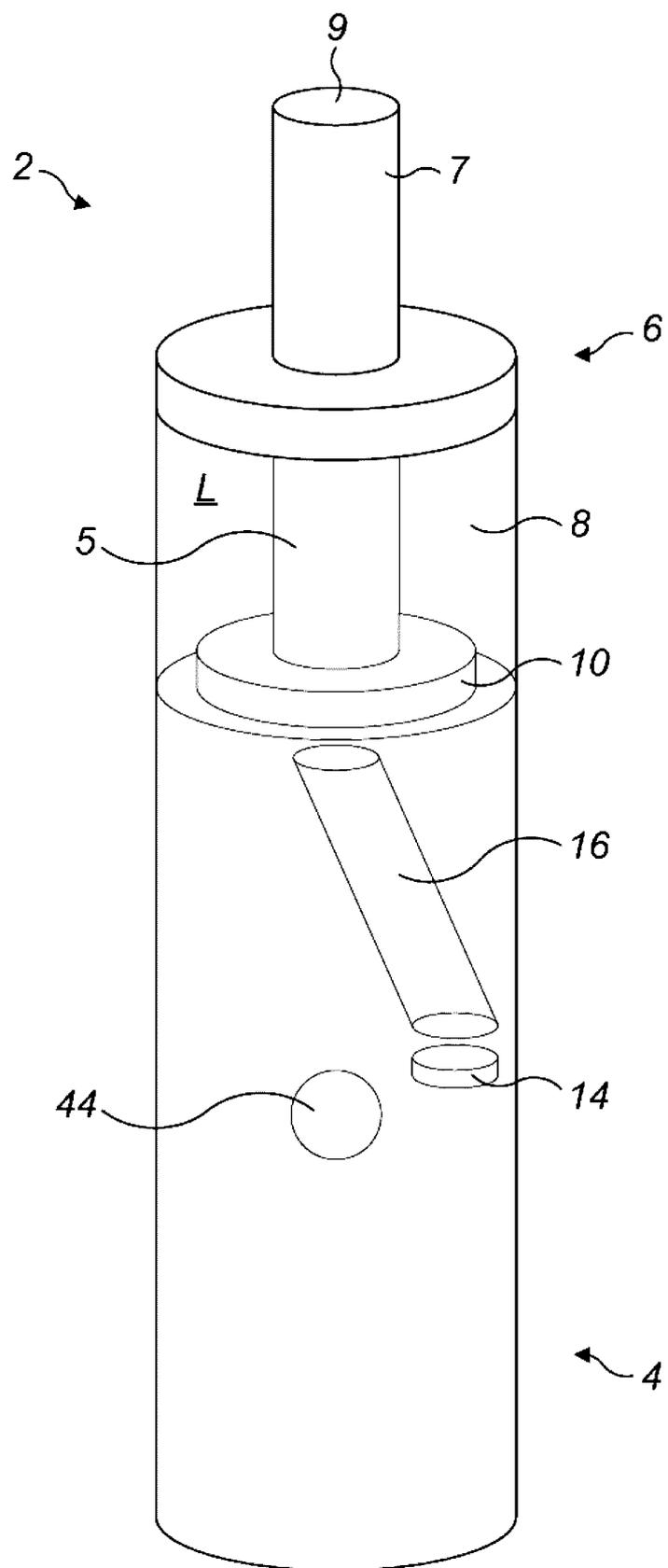
проницаемый для жидкости поглотитель, выполненный с возможностью сообщения по текучей среде с резервуаром; и

сквозной канал, проходящий от отверстия в корпусе к выпускному отверстию для пара, причем поглотитель расположен в сквозном канале таким образом, что воздух протекает через поглотитель или проходит мимо него от отверстия в корпусе к выпускному отверстию для пара.

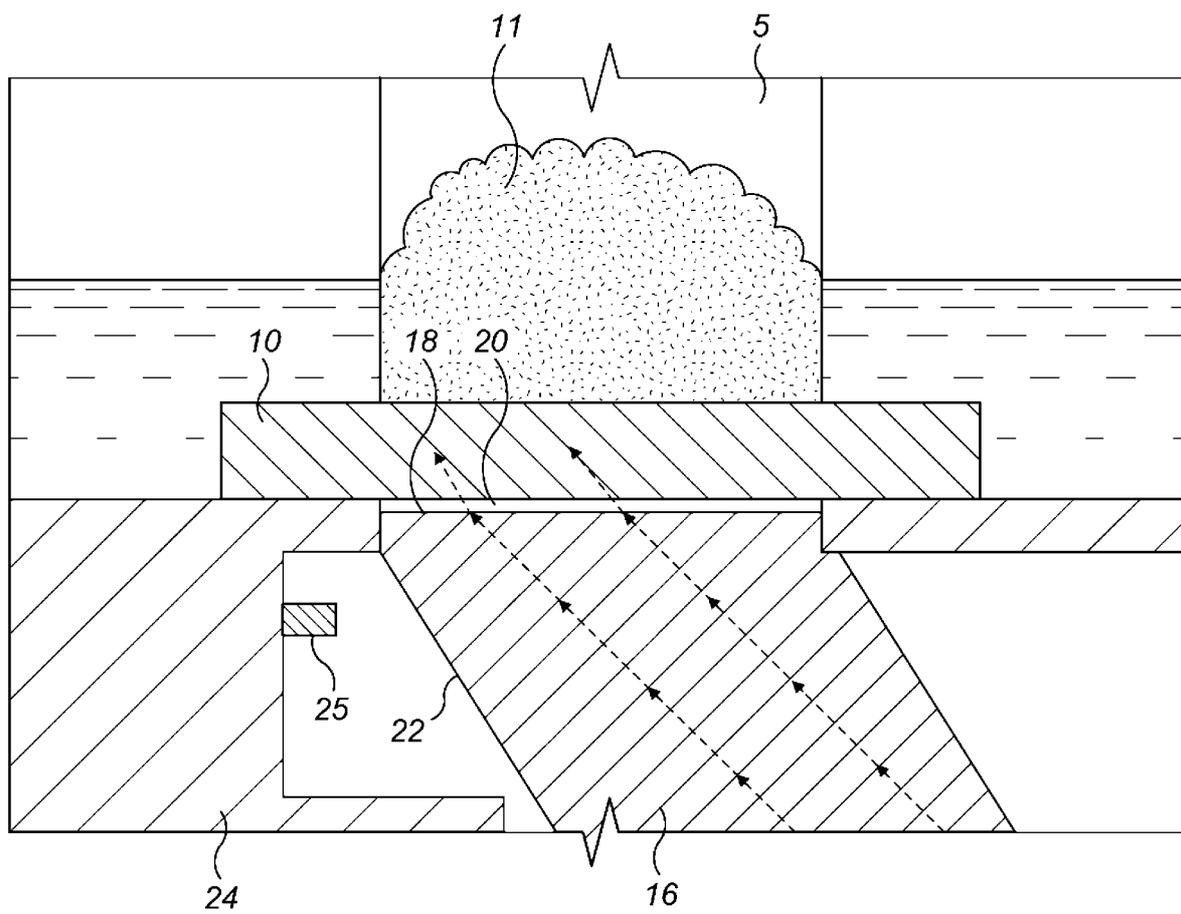
16. Расходный компонент по п. 15, отличающийся тем, что поглотитель оснащен выступами, которые проходят во впускные отверстия резервуара для жидкости.

17. Расходный компонент по п. 16, отличающийся тем, что площадь поперечного сечения выступающей части меньше площади поперечного сечения сквозного канала.

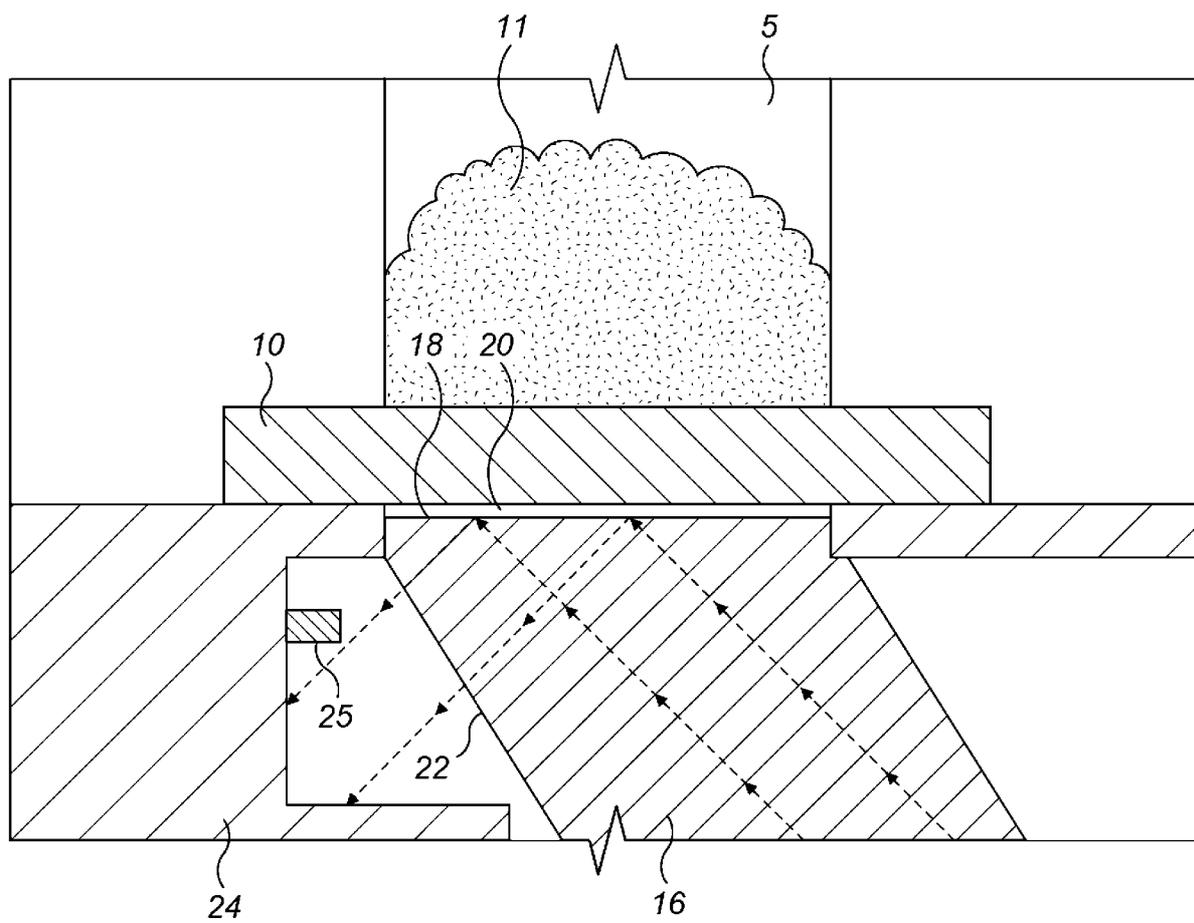
18. Расходный компонент по любому из пп. 15–17, отличающийся тем, что в корпусе предусмотрен кольцевой фланец, в результате чего нижняя часть капсулы расположена на расстоянии от внутренней поверхности электронной сигареты.



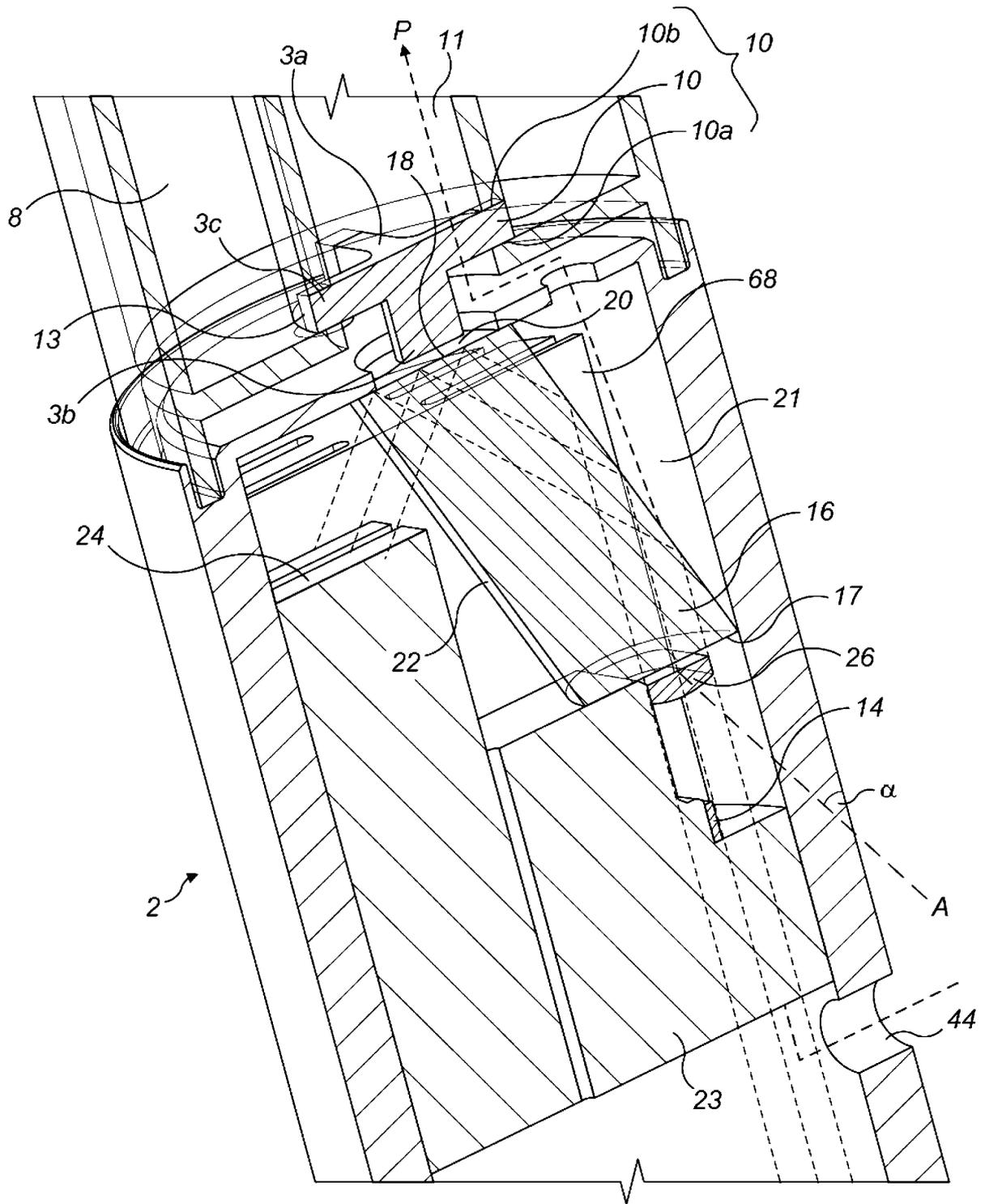
Фиг. 1



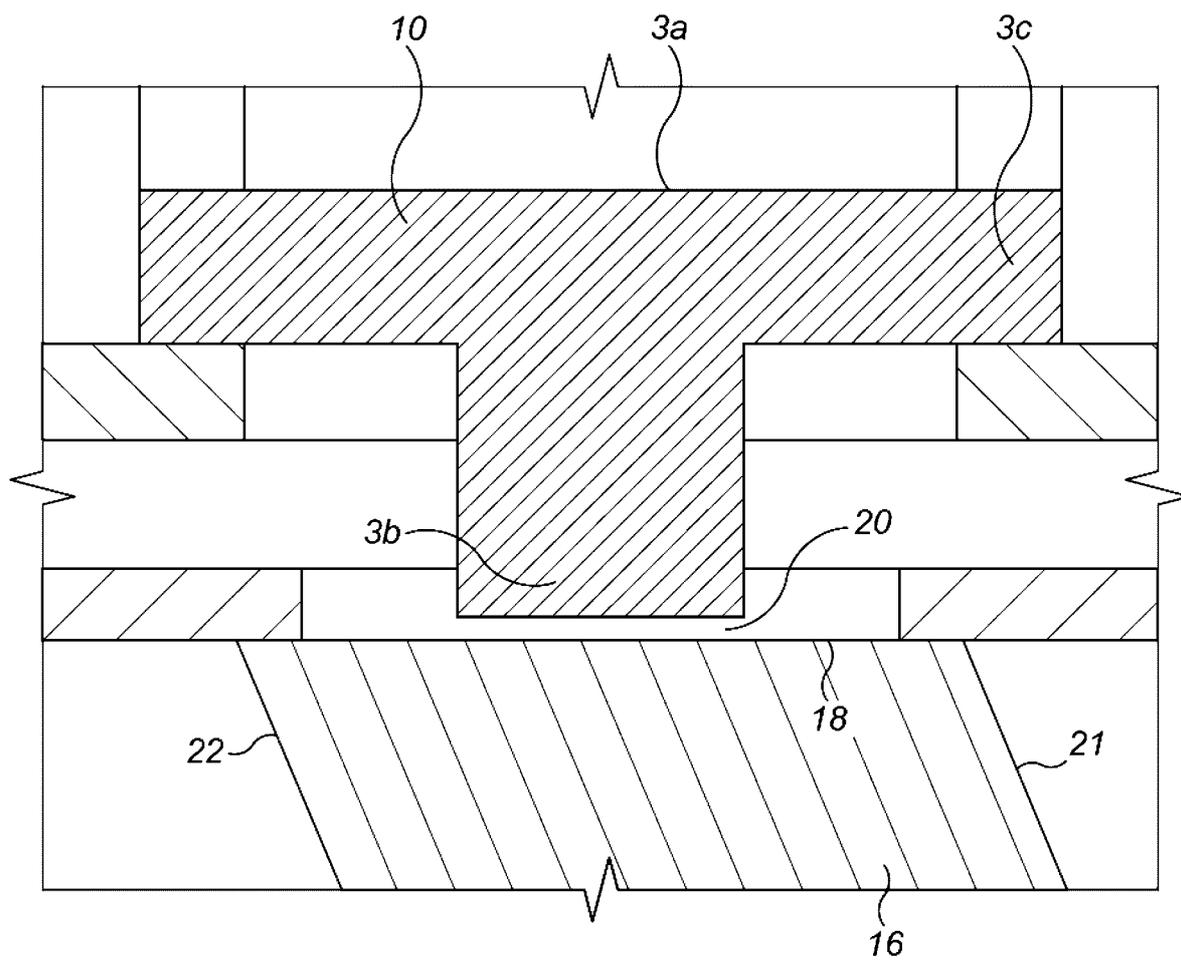
Фиг. 2а



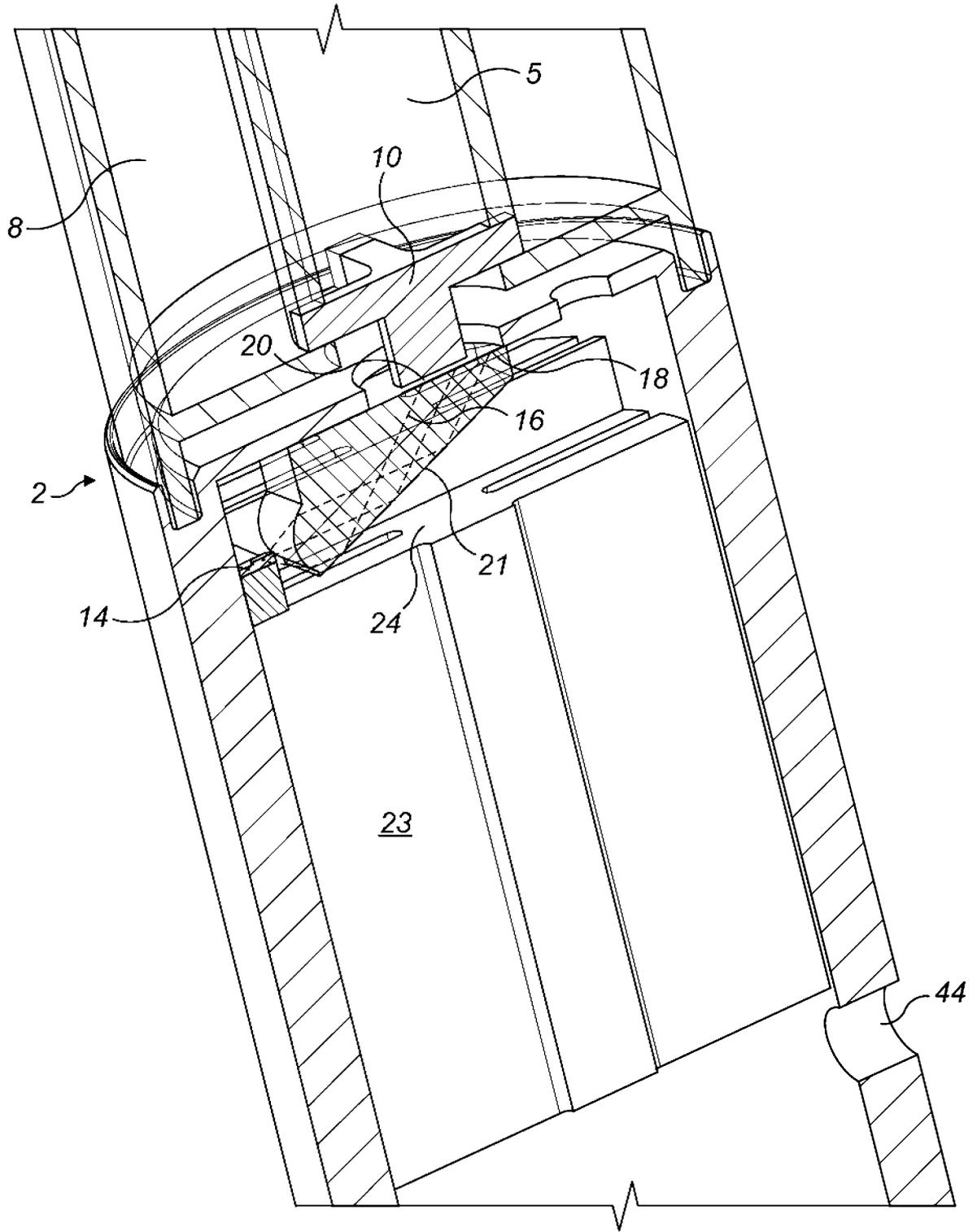
Фиг. 2b



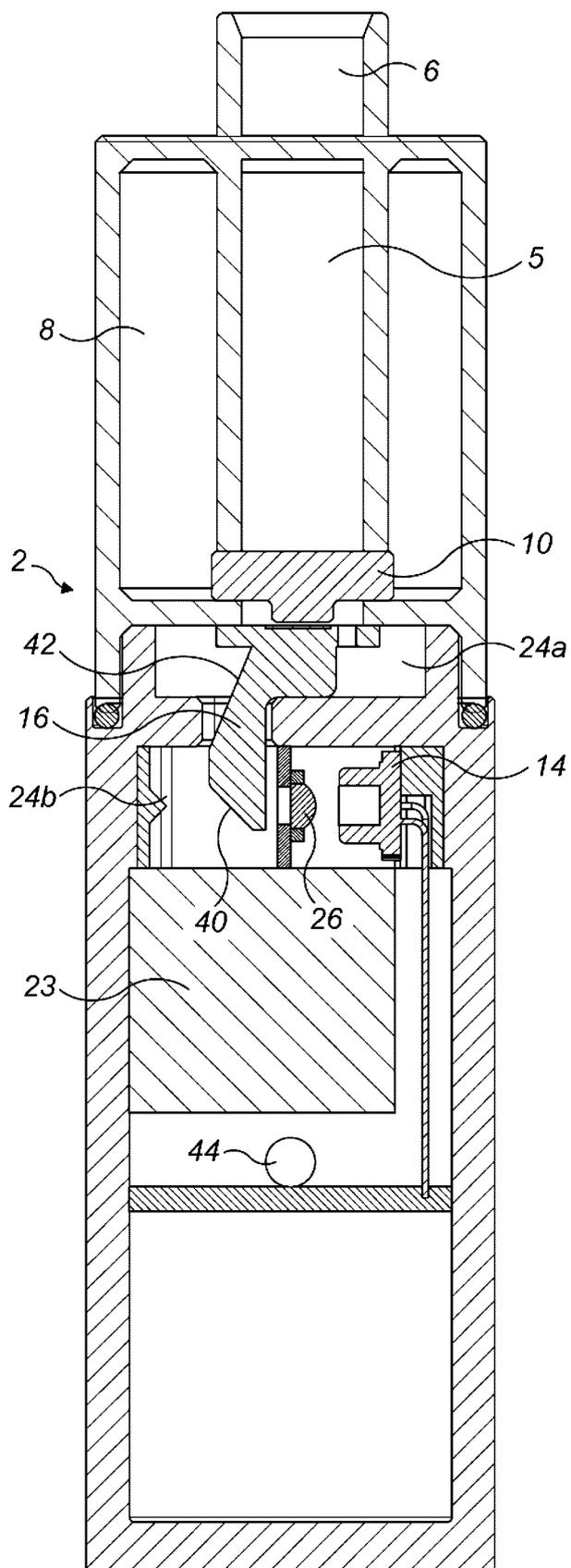
Фиг. 3



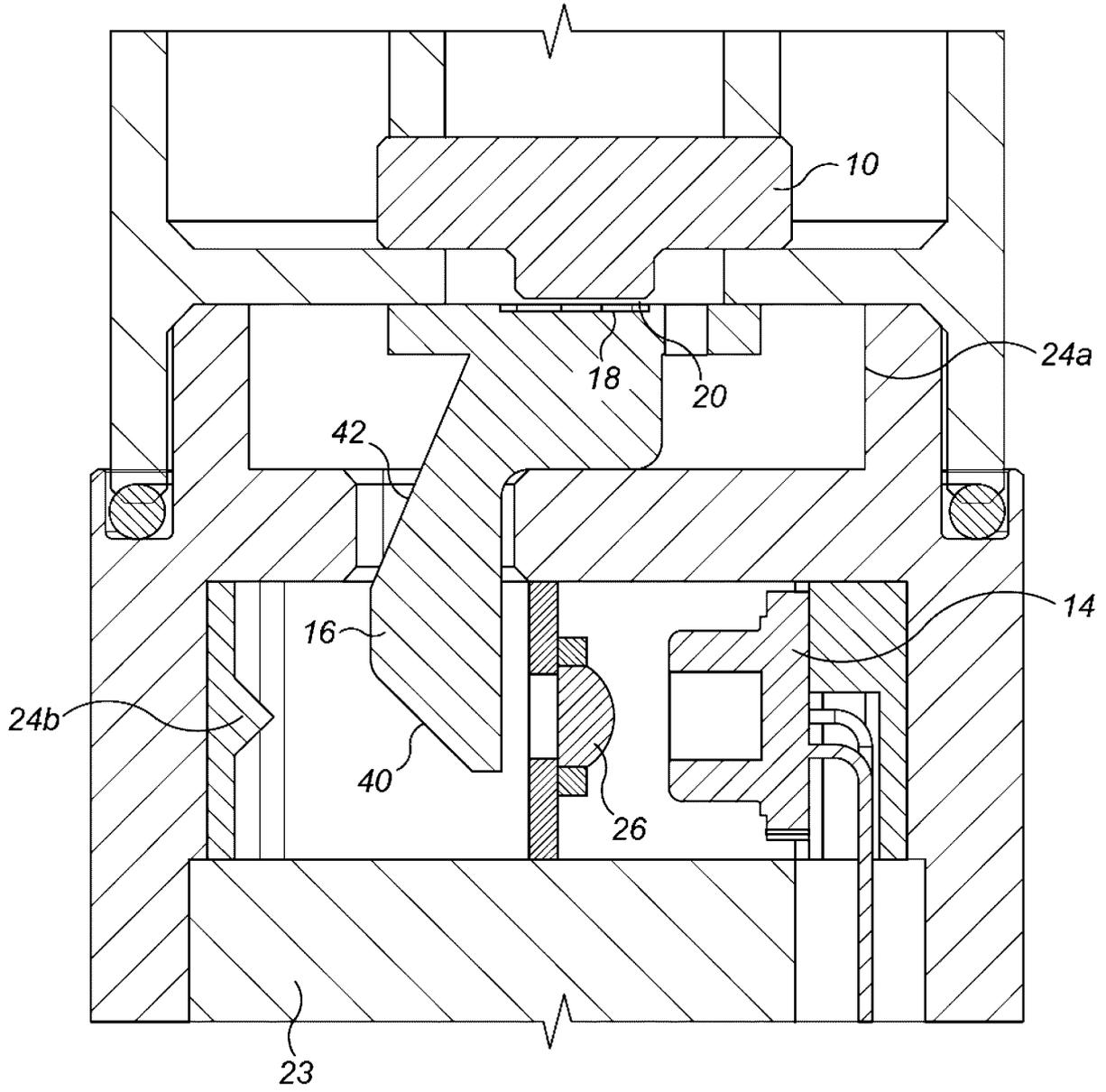
Фиг. 4



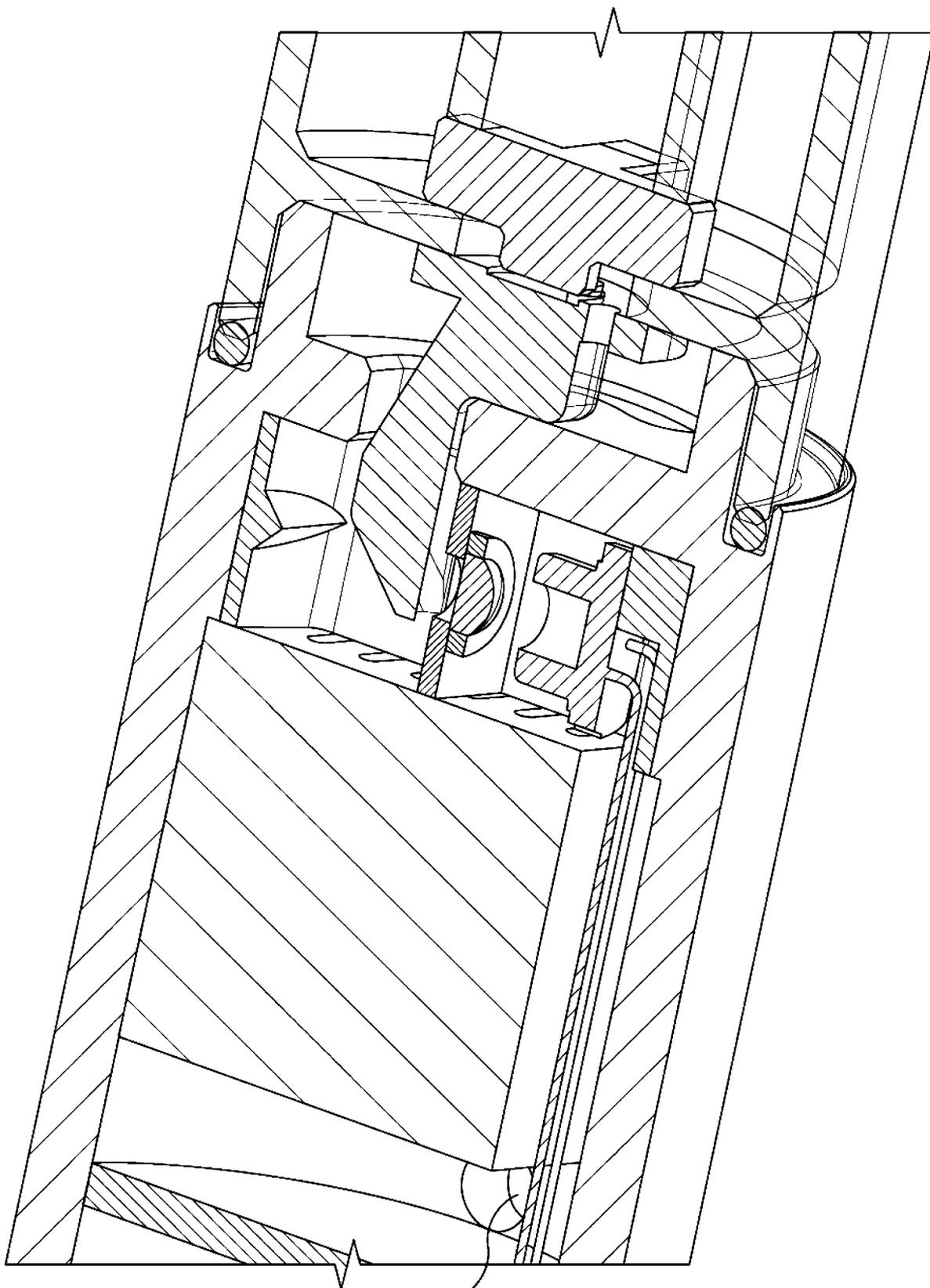
Фиг. 5



Фиг. 6

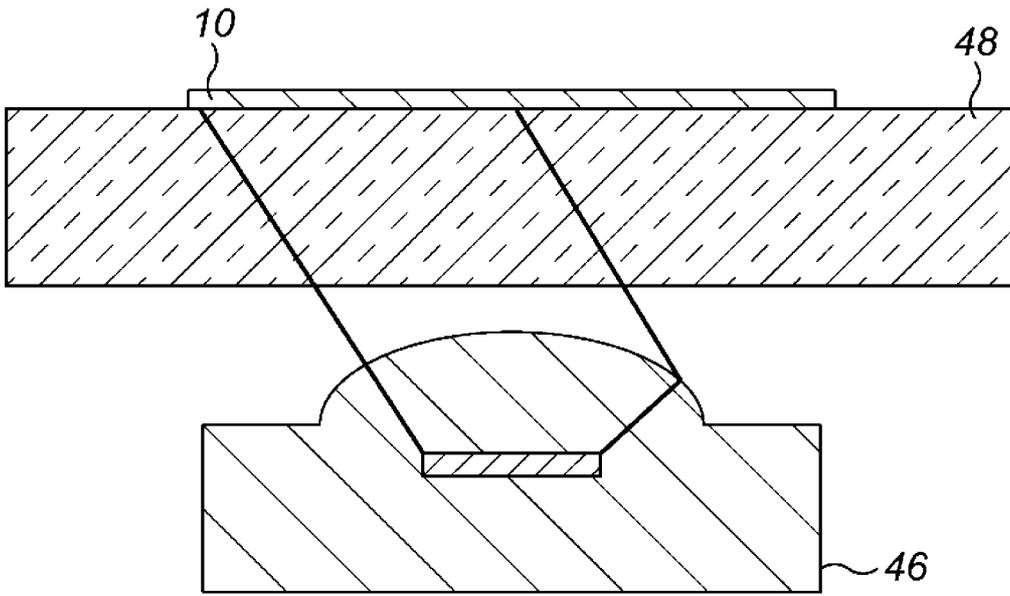


Фиг. 7

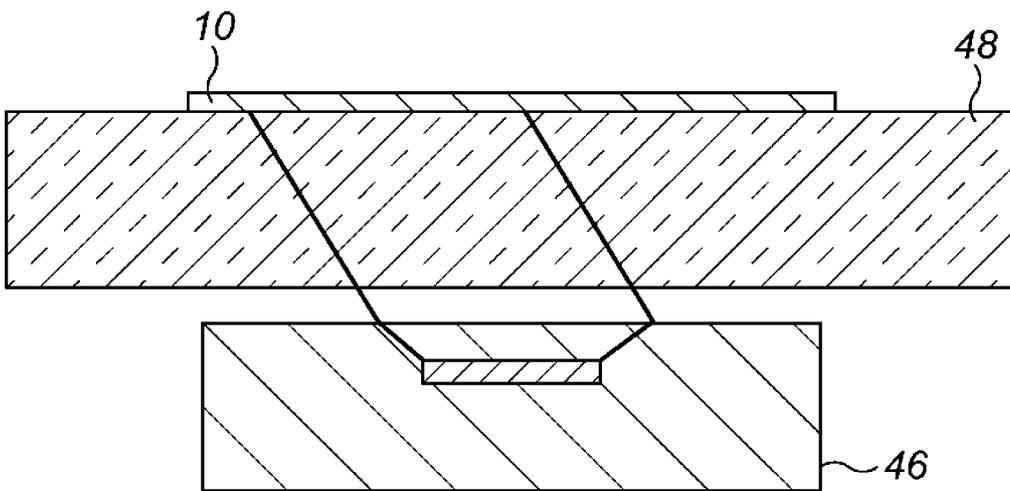


44

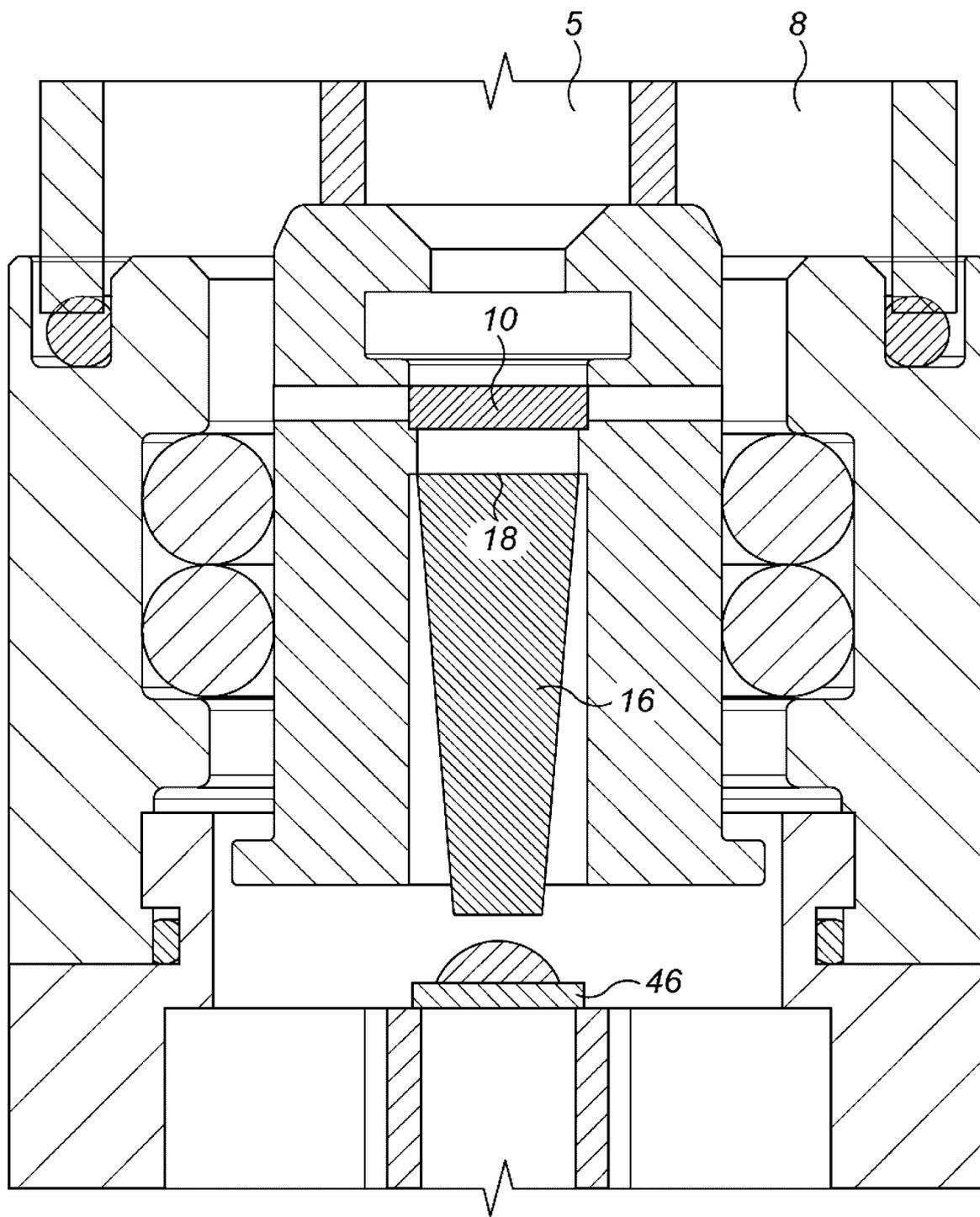
Фиг. 8



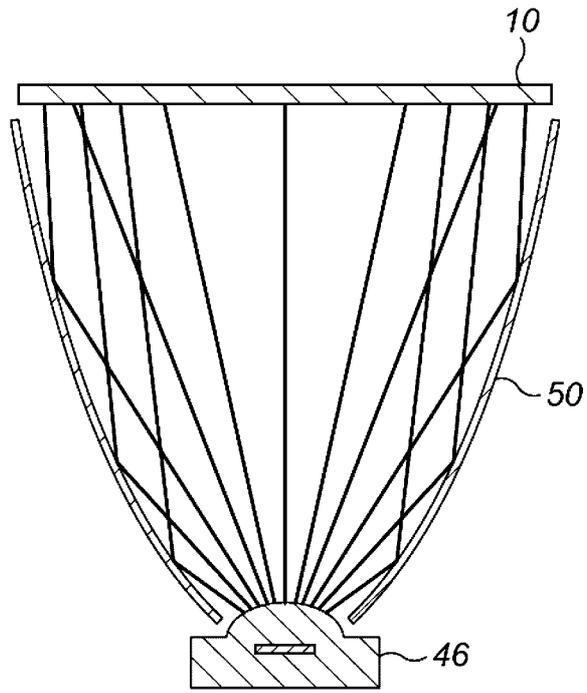
Фиг. 9а



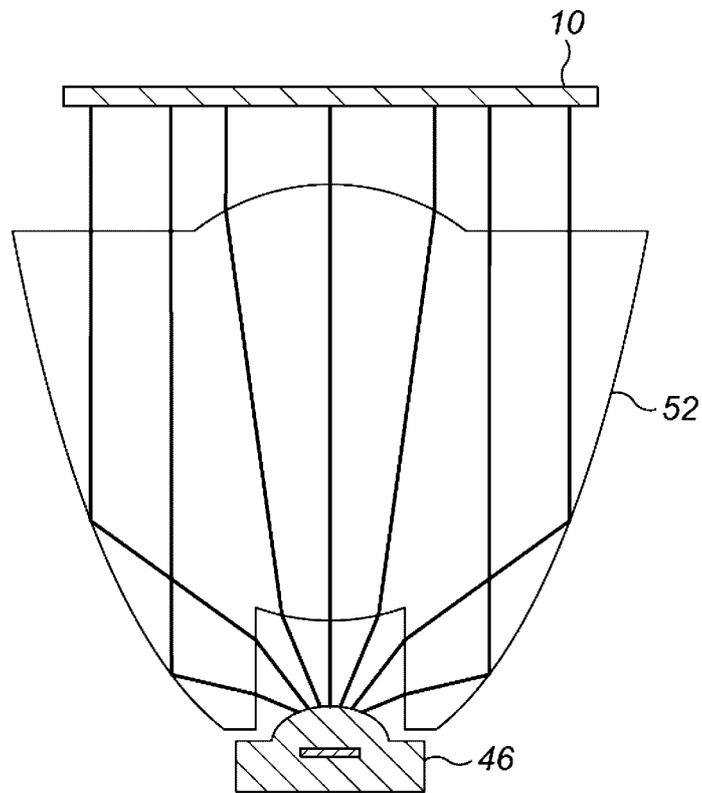
Фиг. 9б



Фиг. 10

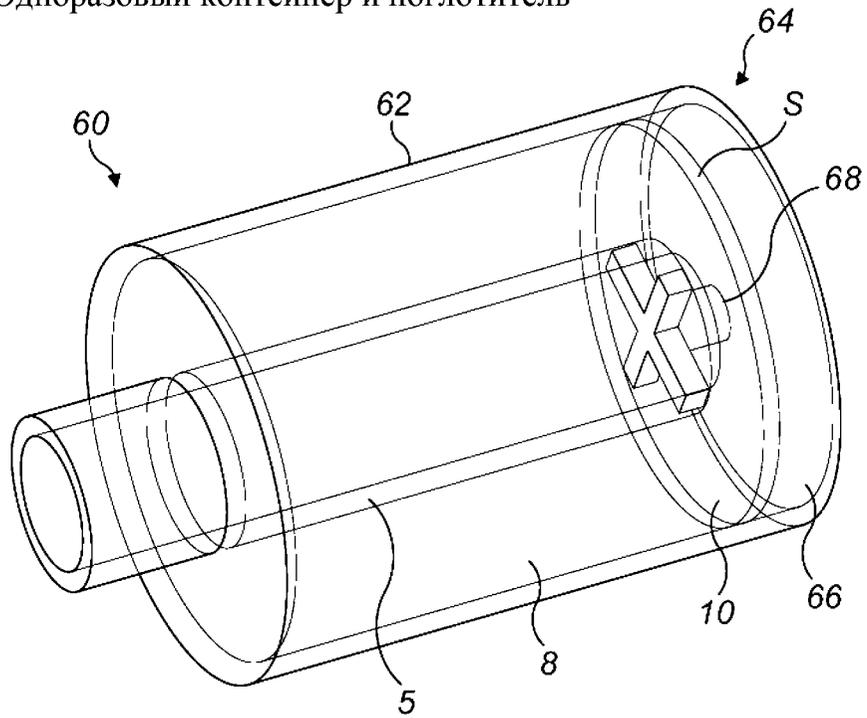


Фиг. 11а

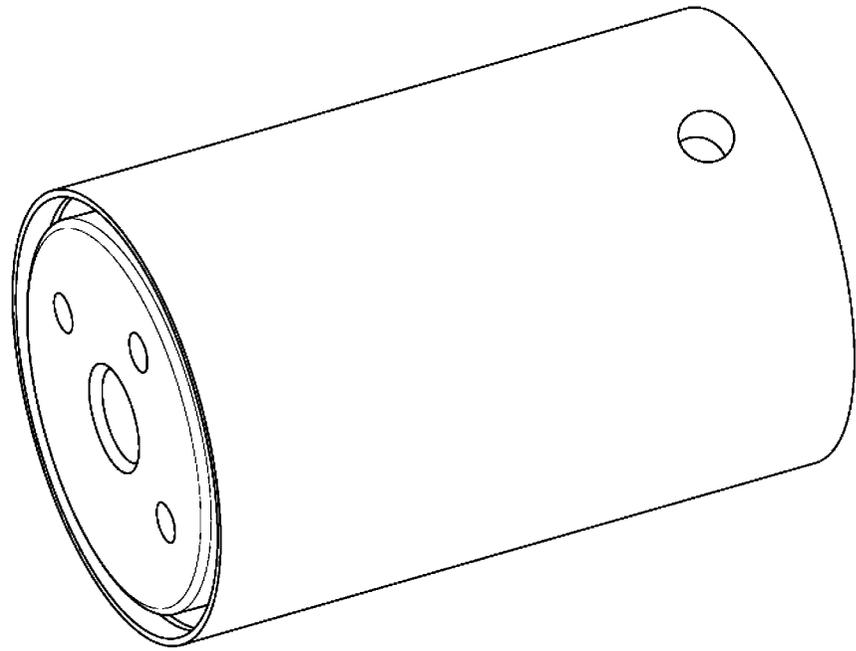


Фиг. 11б

Одноразовый контейнер и поглотитель



Лазер, световод и электроника



-  Одноразовый
-  Многоразовый

Фиг. 12